



REC for NS
research and education center for natural sciences

Newsletter

Jan. 2020

No. 18

慶應義塾大学自然科学研究教育センター

自然科学研究教育センター所長 就任のご挨拶 井奥 洪二

自然科学は、真実に基づいて法則性を見出していく学問です。ある実験を同一の手順で正確に行えば、年齢、性別、人種、民族、国籍、宗教などの違いによらず、同じ現象が観察されます。この自由で公平な学問には、偏見も差別も存在する余地はありません。現代では最先端の科学技術の牽引に欠かせない基盤学問となっています。

自然は美に溢れ、人々にやすらぎを与えてくれます。しかし時として、圧倒的な脅威を見せつけることもあります。自然科学の研究者は、自然のありとあらゆる側面を研究対象としていますので、一筋縄ではいかない自然の多面性を相手にしなければなりません。自然からは、難解な表情を見せつけられることが多く、研究者はしばしば途方に暮れることもあります。それでも、人類の知の積み重ねを基にして、知の巨人と呼ばれる研究者によって謎が解き明かされ、自然の奥深い凜とした佇まいが世界中の人々に示されることがあります。私にも、立ち込めた霧の晴れるような、生涯忘れることのない貴重な時間がありました。一度目は、ノーベル生理学・医学賞受賞者の京都大学iPS細胞研究所所長 山中伸弥 教授とお話しさせていただき幸運に恵まれたときのことでした(2015年 京都賞授賞式・晩餐会)。細胞の初期化のメカニズムやiPS細胞のベネフィットとリスクについて意見交換させていただいたときに、細胞が目の前で語りかけてくるような錯覚に陥りました。その後の手紙のやり取りでも生命現象を生き活きとイメージできたことを昨日のこのように覚えています。二度目は4年後、同じ京都賞授賞式・晩餐会でノーベル生理学・医学賞受賞者の京都大学高等研究院副院長 本庶佑 特別教授に隣席し、お話をお伺いできたときのことでした。生命現象の巧みなシステムと美しさが眼前に広がるとともに、知の巨人の真理を探求する圧倒的な意志の力を感じずにはいられませんでした。浅学の身には、到底手に負えない複雑で難解な自然が、ほんの一瞬でも微笑んでくれたかのような不思議な世界へと引きずり込まれたのでした。知の巨人たちへの大いなる尊敬と憧れとともに、自分自身も研究者の端くれとして身近な人々に自然の側面を、たとえ一部だけでも伝えることのできる存在になりたいと思います。そうは言っても、一介の研究者にできることには限りがありますが、何人もの自然科学者が1つのチームとなってベクトルを描ければ、自然からの奥深いメッセージを多面的に理解し、人々に豊かに伝えることが可能となるでしょう。

自然科学研究教育センターは、多分野にわたる多様な自然科学研究者で構成されています。自然科学を未来へ向けて今後どのように先導していくのか、世界に問いかけ、提案し続けるセンターでありたいと考えています。真理の探求を怠らずオリジナリティー豊かな研究を展開し、研究成果を次世代へと引き継ぐために高度でわかりやすい教育を心がける所存です。当センターの未来に向けた活動として、2019年よりヴァーチャル博物館の創成に取り組んでいます。この取り組みによって、義塾に散在する自然科学の貴重な資料類をヴァーチャル空間にコンテキストとして集約し、多くの人が自然科学に関する知見を共有できるように統合することを目指しています。また、子供の頃のみずみずしい感性を失うことなく、驚きや感動を高度な教養へと昇華させることを目標として、義塾の一貫教育校との機能的な協力を深化させるように小・中・高・大の連携を強化しつつあります。いつの日か、このような取り組みの成果を皆様にご報告できますよう、自然科学と真摯に向き合ってまいります。自然科学研究教育センターへの皆様の益々のご理解とご支援をお願い申し上げます。



井奥 洪二

自然科学研究教育センター所長・経済学部 教授

<所長・副所長人事>

(任期：2019年10月1日から2021年9月30日まで)

所長：井奥 洪二 (経済学部 教授) (新任)

副所長：杉本 憲彦 (法学部 准教授) (重任)，

南 就将 (医学部 教授) (新任)

教育フォーラム報告

「学生の興味がわく実験教育をめざそう！ —論理的思考力を身につける現代の実験教育—」

2019年9月9日（月）13:30～18:30に日吉キャンパス 来往舎1階 シンポジウムスペースにて、教育フォーラム「学生の興味がわく実験教育をめざそう！—論理的思考力を身につける現代の実験教育—」が開催された。大学の実験教育における問題点とは何か？ 論理的思考力を育むために新しい実験教育を取り入れている授業担当者・開発者に取り組みについて紹介いただき、現代の学生にフィットした実験教育を行うにはどうすべきか、その質の向上を目指して議論が交わされた。

本フォーラムの企画者である久保田真理と大石毅は、化学実験の授業に「頭をアクティブに」をスローガンとしたPBL型実験を導入し、論理的思考力を身につけるための実験を展開してきた。一般的に学生実験は長年変わらない形で行っている大学が多い。そこで、我々の取り組みを対外的に発信するとともに、他学部や他大学での実験教育における課題や改善策、新たな取り組みについて情報交換する場を設けたいと思っていた。「平成30年度 一般財団法人 大学IR総研 大学IRの充実に資する研究または実践活動への助成（2年型）」に採択されたのを機に、本フォーラムを開催した。しかしながら、開催日の9月9日は関東地方に上陸した台風15号の影響で開催時刻を30分繰り下げることになった。

まず、本フォーラムの開催にご協力いただいた株式会社ベネッセi-キャリアの風間直樹氏より、全国の大学にサービスを提供している民間企業として、大学および学生を取り巻く環

境の変化、大学教育における思考力育成の必要性と課題についての講演があった。

次に、企画者の久保田真理から、本塾医学部1年生の化学実験におけるPBL型実験の授業についてお話した。今まで実施してきた2テーマ「金属イオンの分離分析」と「旋光性と旋光度を利用した反応速度」について具体的な方法と成果、問題点とその改善策について紹介した。

3番目の講演も同じく化学実験であるが、化学を専門とする近畿大学理工学部応用化学科3年生の学生実験の取り組みについて石船学氏にお話いただいた。用意された方法で行う規定実験を3種類経験したのちに、数種類の化合物から各グループが選択した化合物の合成法を調査し、合成を行うPBL型実験について紹介いただいた。

4番目には、本塾文系学部の1,2年生を対象とした生物実験での取り組みについて本塾の小野裕剛の講演があった。単なる実験報告のレポートではなく、食材宅配会社の研究員になったつもりで剥いたジャガイモが褐色化しないように新製品提案書を作成させる形式など役割演技型実験レポートを用いた生物実験について紹介した。

5番目の講演は実験ではなく、メディア情報分野におけるPBL型授業の取り組みで、工学系の単科大学である金沢工業大学情報フロンティア学部メディア情報学科での1,2年生を対象とした授業について江村伯夫氏にお話いただいた。メディアテクノロジーとメディアデザインを結びつけ、問題の発見、解決方法の創出、具体化、検証のプロセスを実践的に学ぶ授業について紹介いただいた。



風間 直樹 氏



久保田 真理



石船 学 氏



小野 裕剛



江村 伯夫 氏



中村 教博 氏



総合討論の様子

最後の講演では、分野を融合した理科実験の取り組みで、東北大学理系学部の初年次学生を対象とした授業について中村教博氏にお話いただいた。物理、化学、生物、地学の枠を取り払い、あるテーマをいくつかの学問領域から多次元的に捉えることで、自然を論理的に理解する力を身につける授業について紹介いただいた。

各講演の後では、フロアから多くの質疑があった。総合討論では、大学時代に思考力が伸びるようにするには、どのような教育が良いのか、思考力の評価や成果の可視化の困難さ、PBL型実験に対する学生への評価法、学生に論理的思考力の重要性をどうやって理解させるか、など活発な議論がなされた。実験授業に新しい取り組みを導入することで、学生の論理的思考力や興味、自主性を育むことについての関心の高さが感じられた。今回のような形の所員申請イベントとしてのフォーラムは当センターとして初めての開催であったが、台風の影響を受けたにも拘らず参加者数は60名近くとなり、非常に活気のある充実したフォーラムであった。(久保田 真理)

<プログラム>

講演 1 外部アセスメントから見る初年次での思考力育成の必要性

風間 直樹 氏 (株式会社ベネッセi-キャリア 教育事業本部 部長)

講演 2 思考力を育むPBL型実験 —頭もアクティブに—

久保田 真理 (所員・連携委員長, 医学部化学教室 専任講師)

講演 3 近畿大学理工学部応用化学 (JABEE認定プログラム) における課題合成実験 for PBLの実施事例紹介

石船 学 氏 (近畿大学 理工学部応用化学科 准教授)

講演 4 役割演技型実験レポートを用いた文系大学生向け自然科学実験の展開

小野 裕剛 (所員, 法学部生物学教室 准教授)

講演 5 自ら考え行動する技術者を育成するPBL型科目群「プロジェクトデザイン」

江村 伯夫 氏 (金沢工業大学 情報フロンティア学部メディア情報学科 准教授)

講演 6 融合型理科実験による自然理解と論理的思考：これまでの経緯とこれから

中村 教博 氏 (東北大学 高度教養教育・学生支援機構 学際融合教育推進センター 教授)

総合討論

「自然科学のこれまでと今後の展望」

2019年10月5日(土) 13:00~17:30, 自然科学研究教育センター・開所10周年記念シンポジウム「自然科学のこれまでと今後の展望」が日吉キャンパス 第4校舎 J11番教室にて開催された。当センターでは2009年の開所以来, 自然科学研究および教育に関するシンポジウムを毎年企画してきた。今年は10周年の節目に自然科学研究の過去, 現在, 未来を考えることでセンターの活動を一層盛り上げようと, ここを拠点に研究を展開する所員が物理, 化学, 生物, 数学, 心理の各分野から1名ずつ登壇し, これまでの研究と今後の展望について多彩な講演を行った。参加者数は102名であった。

最初は「物理学とトポロジー」と題した商学部物理学教室の新田教授による講演が行われた。2016年ノーベル物理学賞は, 「トポロジカル相転移と物質のトポロジカル相の理論的発見」という業績で, David James Thouless博士(米ワシントン大学), Frederick Duncan Michael Haldane博士(米プリンストン大学), John Michael Kosterlitz博士(米ブラウン大学)が受賞している。

トポロジー(位相幾何学)とは, “モノ”と“モノ”のつながりを考える学問である。たとえば, ドーナツとコーヒーカップは, 穴が1つ空いているという共通点を除いて, 全く異なる形に見える。しかし, ある連続変形(物体を切ったり貼ったりしない)により相互に変換可能であるため, トポロジー的にはドーナツもコーヒーカップも同じである。

もし, 物質の本質がトポロジーで決まるとすれば, 連続変形しても物性は変わらない。本講演者である新田教授は, トポロジーを利用した新しい現象の解明に取り組みされており, 今回はそのご研究の一端を紹介していただいた。紙面上に垂直に立てた棒は, 紙と共に回転しても, その前後での変化を区別することができない。しかし, この棒が倒れると, 棒の向きを認識できるようになる。つまり, 棒が自発的に倒れることにより, 対称性の破れが起こったといえる。次に, 棒の数を増やして考えてみると, 空間の各点にある棒はそれぞれ適当な方向に倒れることができ, あるところでは渦のようなものができる。この渦のある棒の倒れた状態は, トポロジー的に自明なすべての棒がある方向に並んだ状態になれないため, トポロジー的に非自明であるといえる。

ヘリウムや金属を冷却すると, 超流動や超伝導という興味深い現象が生じ, 渦がある状態が安定的に持続することが可能となる。つまり, この渦の性質(形状変化, 消滅や移動といった動的挙動)を調査することで, 超流動や超伝導の物理的性質をトポロジカルに理解することができる。

新田教授が代表を務める研究プロジェクト「トポロジカル・サイエンス」は, 平成27年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業に採択され, 現在までに大変多くの成果を上げている。驚くべきことに採択からわずか4年の間に, 日本国内外を問わず, 大変多くの若手研究者がポスドクとして本プロジェクトに参加している(計25名)。彼らは日吉と矢上を拠点に研究者としての研鑽を積み, その後, 企業や大学, 元の所属研究機関へと移る。すなわち, 当センターが, 世界的なトポロジーの研究拠点

となり, 同分野の研究者を数多く輩出していることに大変感銘を受けた。(杉山 晴紀)

2題目の経済学部化学教室の井奥教授による講演は, 「生体に学び, 生体を超える—物質・材料化学の未来—」と題して行われた。まず化学の歴史を振り返り, 錬金術が近代化学の基盤となったこと, さらに産業革命とともに急速に進展し, 学問ならびに技術分野として確固たる地位を築いたことを解説した。近年では他分野との融合が進み, 医歯薬学, 農学, 環境科学, 生命科学, エレクトロニクス, 新素材, 機能材料, 宇宙工学など最先端の科学技術分野に新物質の創製や材料の設計・製造の新技术として化学は欠かせない存在となっていることを示した。

次に, 再生医療など医工学分野における化学に焦点を当てて, 物質・材料の設計と応用の現状ならびに未来への展望が紹介された。一例として独自研究が紹介され, リン酸カルシウムというひとつの素材であっても, 透明な緻密体, 円柱状の多孔体, 球状顆粒などデザインを最適化することによって, 特定の細胞を活性化できること, 骨欠損部で新生骨の形成を促進すること, 抗がん剤の副作用を軽減させるがん治療の新技术などとして応用できる可能性が示された。

紹介されたデータには, 細胞培養実験や動物実験など医学・歯学・生命科学など異分野との融合研究が多く, 化学が多様な学問であり, 未来はどのように展開していくのか期待させるものであった。(志村 正)

3番目の講演は法学部生物学教室の林専任講師による「ゲノム科学でつなぐ『4つの問い』—昆虫における社会性の包括的理解を目指して—」であった。「シロアリはゴキブリの仲間だ」と聞いたことのある人は多いかもしれない。これをもっと丁寧に説明するならば「ゴキブリ類のうちでもっとも進化し, 真社会性を獲得したグループがシロアリだ」ということになる。ちなみに, シロアリになる一歩手前にはキゴキブリという, 木材を食べて子育てもする(亜社会性の)ゴキブリがいるそうだ。真社会性の動物では, 女王, 兵隊, 働きアリのようなカーストが発達する。本講演では, この進化に伴って何が, なぜ, どのように起こってきたのかを解き明かす手段としてゲノム科学がいかに活用されているかが説明された。

生物学には, 特に行動生態学の分野でよく耳にするティンバーゲンの「4つの問い」という概念がある。生物研究には, 4つの異なる観点があり, (1)どのような仕組みが(2)どのように作られ(3)何をしているか, そしてそれは(4)どのように進化してきたのか? つまり生物学では「機構」「発達」「機能」「進化」という4つの観点から問いを設けることができる。それらの研究は基本的には互いに独立に行われるが, そのすべての答えを統合できれば, 生物を深く理解することができる。そして, 現代のゲノム科学がそれを可能とする手段となっているのである。

シロアリの真社会性の進化を題材として, 次世代シーケンサーを用いたゲノム科学が4つの問いをつなぎつつある過程を聞くことができた。質疑応答では会場から活発な発言がされ,

座長が出る幕もない大変良い講演であった。(鈴木 忠)

次に医学部数学教室の南教授による「アンダーソン局在をめぐる数学の話題」という講演が行われた。アンダーソン局在とは、不規則で乱雑な物質中で電子が空間的にある点に局在するという現象である。これは無秩序系における電子の根本的な性質と考えられており、物質の電気的性質に関わる重要な現象である。その可能性を1977年に初めて指摘したのがフィリップ・アンダーソンで、その功績により1977年のノーベル物理学賞(受賞理由:磁性体と無秩序系の電子構造の基礎理論的研究)が与えられている。講演者の南教授はアンダーソン局在を数学の問題として捉える数理物理学的な立場から、その研究の歴史および今後の展望について講演された。

アンダーソン局在はミクロの世界を記述する量子力学において電子の状態を記述する波動関数の局在として理論的に説明される現象である。その波動関数を決定する方程式がいわゆるシュレーディンガー方程式で、数学的には解析学、特に関数解析学と呼ばれる分野の範疇に属しており、ハミルトニアン作用素に対するスペクトル理論として述べられる。アンダーソンの局在定理は次のとおりである。

ハミルトニアンにはポテンシャル項と呼ばれる電子に働く力を表す項が含まれているが、それが乱数から成るとする。このときある時刻で波動関数が局在しているならば、その後の時刻でも局在し続けている。

アンダーソンによる1958年の「証明」は数学者の基準では証明と呼べるものではなく、その真偽は多くの研究者によって研究されている。乱れがない場合(ポテンシャル項が例えば調和振動子型などの決まったものである場合)は、波動関数の局在は量子力学の初等的なコースで必修の問題であるが、乱れのある場合は1977年に旧ソ連のGoldsheid-Molchanov-Pasturの3人の数学者によって初めて証明された。これは特殊な場合にのみ通用する証明であったが不連続でありながら離散的ではないエネルギー分布といった新しい数学的現象も発見された。その後の発展として、離散化による多次元化、スケーリング理論によるアンダーソン予想、スペクトル統計の問題に関するMolchanovによる定理と講演者による多次元化について紹介された。

講演の最後に現状と課題と展望について南教授の率直な意見が述べられた。南教授曰く、アンダーソン局在に関する残された問題は「アンダーソン予想の証明」や「Minami's estimateの乱れを含む微分作用素に対する証明」など難問ばかりになっており、その数理物理学的な研究はやや袋小路に入りかけているとのことである。その理由として物理と数学の間の「橋渡し」が欠如していることが挙げられている。南教授も述べているように2つの学問領域を行き来して活躍する研究者が増え、両分野のさらなる発展が望まれる。(藤森 俊明)

最後の講演は文学部生物心理学研究室の伊澤教授が、カラスを研究材料とした「こころ」の進化に関する研究の紹介を行った。動物が社会性や知能行動に重要なこころの働きを発達させた過程を解析するには2つのやり方がある。1つはこころ

の働きの発達程度が異なる近縁動物間の比較を通して、こころの働きに必要な諸形質を獲得した道筋を探る方法である。もう1つは、進化的には独立にこころの働きを発達させた動物との比較により、こころの発達に必要な要因を探る方法で、井澤教授の研究は後者の立場を取っている。

カラスの仲間は、一夫一妻のつがいを基本単位としながらメンバー構成が流動的に変化する離合集散型社会を形成する点で、私たちヒトと類似した社会性を発達させている。一方で、カラスとヒトは鳥類と哺乳類という異なる動物群に属しており、両者の社会性は独立に獲得されたと考えられる。また、カラスの仲間は道具の使用や作成といった高度な知能に基づく行動を行うが、トリの脳には哺乳類において知能を司る大脳皮質は存在しない。しかし、カラスはトリの中でも比較的大きな脳を持っており、大脳皮質とは異なる部分を発達させたことで収斂的に知能行動を獲得したと捉えられる。

カラスは群れを作ることで捕食を免れたり摂食などの活動場所を確保したりしていると考えられるが、そのメンバー構成は流動的に変化している。このような社会を形作るためには各個体が群のメンバーを識別する必要がある。講演では、カラスが我々と同様に聴覚と視覚を利用して個体識別を行い、群内にはっきりとした序列を作っていることが紹介された。カラスが群の中の各個体の鳴き声を聞き分けているか否かの検定法、ほぼ360°の視界を持つカラスが近くにいる他の個体を注視しているか否かの判定法など、こころの働きを客観的に評価するための巧妙な実験方法の紹介もあり、興味深く聞くことができた。

一方で、毛づくろい(羽づくろい)はサル仲間では劣位個体が優位個体に服従を示す際に行われる事例が知られているのに対し、カラスでは優位個体が劣位個体に行うという相違が見られることも示された。見かけ上よく似た行動であっても同じ要因により生じたとは考えられない場合もある、という研究上の難しさも垣間見ることができた。

その他にも、隠し場所を変えることで蓄えた餌が盗まれることに備える行動が、盗まれた経験よりも盗んだ経験によって促進されるといった含蓄に富んだ話もあり、私たちのこころや社会について改めて思いを馳せる機会となる講演であった。

(倉石 立)



総合討論の様子

講演後におこなわれた総合討論では、会場から出たいくつかの質問の中に、全講演者に対して「人類の進化が加速しているように思うが、科学者が集まって人類の未来について論ずるべきではないか？」という鋭い問いかけがあり、講演者全員が基本的にはそれに同意したうえで、各人の考えも語られた。中でも井奥教授は、東日本大震災時の原発事故後の展開においてみられたような科学者と行政に携わる人たちとの間ですれ違いが生じる原因として、科学者はいわゆる理科系の素養はあるが文化的教養が足りていない部分があり、一方で政治などの職業に就く人に多い文化系出身者には科学の基礎的理解が足りていないことを挙げ、双方が不足部分を補いながら対話していく必要性を提示した。新田教授は科学的な問題自体も特定の分野にとどまらず複合的になっている現状を指摘し、南教授も異なる領域間での連携の必要性を説いた。林専任講師は自身の研究対象であるシロアリの社会についての理解をベースに人間社会がどうあるべきかを考えたいとし、伊澤教授は良いとされる事柄であっても裏の面にも考えを及ぼせる必要性を指摘した。

また司会の倉石准教授から、自然科学研究教育センターの10周年に当たり、センターが今後どうあるべきか、講演者と会場の全員に対して問いかけたところ、林専任講師より、自身の講演でも指摘したとおり今後は研究分野の統合が必要となってくる中で、当センターは多様性の高い貴重な場であり、研究アイデアを実現するようつながりが生まれ得ることが指摘された。また文系学部にも所属するセンターのメンバーが多いことも特徴として挙げられ、理系文系をつなぐ役割を果たし得る組織であるとの認識が得られた。さらに会場からは、センターという組織が存在しなかった以前に比べて、今回のシンポジウムなどを通じて外部へ発信していくのは開かれた学問の場として評価でき、慶應義塾出身者に限定せず外からの人材も多く取り入れている現状にも意義がある、とのコメントがあった。

最後は、分野を超えた「つながり」ということから、井奥教授の研究のように医療の現場に役立ち得るアイデアをいかにして実用化できるかに話は転じ、医学と工学などの分野間連携がなかなか進まない理由について議論された。海外ではそうした連携を扱う専門的機関が作られているといった事例も紹介され、医学と工学に限らず異なる分野の連携を可能とするための日本なりの仕組みを作っていく必要性が示されたが、金銭面など実現にはハードルが多いことも指摘された。これに対し会場からは義塾ならではのOB網を活用すればよい、との発言が出るなど、まだまだ議論は尽きない感じであったが、予定時間となってシンポジウムは終了した。(河野 礼子)

<プログラム>

開会の挨拶 青山 藤詞郎(本塾常任理事、慶應義塾大学名誉教授)

講演 1 物理学とトポロジー

新田 宗土(所員、商学部物理学教室 教授)

講演 2 生体に学び、生体を超える

—物質・材料化学の未来—

井奥 洪二(所長、経済学部化学教室 教授)

講演 3 ゲノム科学でつなぐ「4つの問い」

—昆虫における社会性の包括的理解を目指して—

林 良信(所員、法学部生物学教室 専任講師)

講演 4 アンダーソン局在をめぐる数学の話題

南 就将(副所長、医学部数学教室 教授)

講演 5 生物心理学：カラスをモデルとした“こころ”の進化

伊澤 栄一(所員、文学部生物心理学研究室 教授)

総合質疑討論

閉会の挨拶 金子 洋之(前所長、文学部生物学教室 教授)

サイエンス・メルティング・ポット報告

第15回サイエンス・メルティング・ポットが、2019年7月25日(木) 16:00~17:30、日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室で開催された。青木健一郎(所員、経済学部物理学教室 教授)による「氷の表面とは?—氷はなぜ滑るのか」、および嶋田大輔(所員、商学部生物学教室 助教)による「新種を記載する:海産線虫類の分類学」の2つの講演が行われた。参加者数は28名であった。



青木 健一郎



嶋田 大輔

電気学会 新エネルギー・環境研究会 報告

電気学会 新エネルギー・環境研究会 (<https://workshop.iee.or.jp/sbtk/cgi-bin/sbtk-showprogram.cgi?workshopid=SBW000062C0>) が、2019年9月19日(木)~20日(金)に日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室にて、当センターの共催で開催された。参加者数はのべ54名であった。

講演会報告

「猫は自分の名前を聞き分ける — ネコとヒトのコミュニケーション」

第45回 齋藤 慈子 氏



第45回講演会が2019年9月24日(火) 16:30~18:00に日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室にて、齋藤慈子氏(上智大学 総合人間科学部心理学科 准教授)を講師に迎え、「猫は自分の名前を聞き分ける — ネコとヒトのコミュニケーション」という演題のもと開催された。

講演冒頭に「ネコノミクス」と

いう言葉が出た。現在日本は空前のネコ・ブームであり、その経済効果は何と2兆円を超えるとみられている。ネコと同じ伴侶動物であり、何かと比べられるイヌに対しても、全国での飼育頭数、関連書籍の数、インスタグラムでの検索該当数、すべての数字で優っている。しかし、イヌに比べて、ネコのヒトとのコミュニケーション能力への理解はあまり進んでいない。

イエネコの祖先に最も近いと考えられているのが、アフリカ・中近東に生息しているリビアヤマネコである。ネコとヒトとの共生の開始は、人類が農耕生活を開始した時期に近く、蓄えられた穀物に集まるネズミを目当てに、ネコもヒトのそばに集まるようになったと考えられている。ネズミ捕りとしてのネコは、野性的である方が有能であったため、人為淘汰(選択的交配)

が行われなかった。これが、イヌよりもネコの家畜化が大きく遅れている理由である。しかしながら、長年にわたるヒトとの共存生活は、ネコの対ネコ社会性や対ヒト社会性に変化を与えているようだ。最新の研究結果では、ネコもヒトの表情を認識できたり、人の注意が自己に向いているかどうか判断できたりすることが示されている。「意外とネコも賢いでしょう」とネコ好きにはたまらない情報である。講演者であられる齋藤氏の研究グループはネコの音声認識能力に着目し、イエネコが「自分の名前」を、「同居ネコの名前」や「音が似ているほかの言葉」と区別していることを音声実験にて検証した。実際の実験動画を見せていただいたが、「自分の名前」を呼ばれたときにだけ、明らかにネコの反応が変わっている様子が見られた。

講演会場は立ち見が出るほどの超満員であり、参加者数は会場定員を大きく超える133名を記録した。これは、単にネコ・ブームということではなく、齋藤氏の研究が非常に魅力的であり、大きな関心が向けられていることを示している。講演は、齋藤氏の研究を楽しむ姿とネコへの愛情溢れる情熱的な語りともに進行し、聴衆は引き込まれ続けていた。

ネコに関する講演会が大盛況であると、他の伴侶動物と暮らす人々も黙ってはいないだろう。次のイヌにスポットライトを当てた講演会を企画すべきか。(杉山 晴紀)

「昆虫の本能的な摂食行動を操るホルモン」

第46回 永田 晋治 氏



第46回講演会が2019年10月23日(水) 16:30~18:00に日吉キャンパス 来往舎1階 シンポジウムスペースにて、永田晋治氏(東京大学大学院 新領域創成科学研究科 先端生命科学専攻 准教授)を講師に迎えて開催された。講演タイトルは「昆虫の本能的な摂食行動を操るホルモン」であった。昨年の

シンポジウムに次ぐ昆虫関連の話題であったが、学生も含めて45名の参加者が熱心に聞き入る様子は、身近な存在である昆虫に対する関心の高さを改めて感じさせた。

昆虫の進化の歴史は私たち陸上脊椎動物のそれよりも長く、植物の上陸に続いて水棲の祖先から陸棲の昆虫が誕生したのは5億年近く前であるという。その後、翅を獲得して飛翔するものがあらわれ、蛹期を獲得した完全変態昆虫が出現し、地球上のさまざまな環境に適応して大繁栄してきた。こうした大繁栄を可能とした要因として永田氏が特に注目するのが、昆虫が植物を栄養源とする「植食性」を獲得したことである。「何を食べるべきか」という、すべての動物に共通する本能的命題について、その決定メカニズムを明らかにすることを究極の目的として研究してきたという。

具体的には、肉食性と植食性をあわせ持ち、進化的起源も古いと考えられる直翅目(バッタ目)に注目し、その中でも飼育が容易で入手しやすいフタホシコオロギを実験対象として、おもにホルモンによって制御されたメカニズムが昆虫の食性を決定していることを明らかにしてきた。環境に対する応答や、成長や交尾といったライフイベント、そして共食いまで、代謝系と内分泌系のメカニズムが鍵となって効いていることがわかってきたということである。

非常に専門的なトピックも多く、具体的なホルモンの名称や関係性などはただちには理解し切れないにしても、全体として、「何を食べるかはどうか決まっているのか」という根本的興味に導かれて創意工夫をこらして実験をし、膨大なデータを蓄積してきた、ということは講演から明確に伝わってきた。ときにユーモアも交えた話しぶりに引き込まれながら、最近得られたばかりの未公表データも惜しげなく示してくださる姿に、知りたいことをとことん追求するという研究本来のあり方を強く感じた。質疑応答ではフロアからもそうした姿勢に呼応するかのようさまざまな興味に基づいた質問が次々に投げかけられ、予定時間はあつというまに終了してしまった。いずれまた新たな知見が追加蓄積されたころに再びお話しいただく機会のあることを期待する。(河野 礼子)

サイエンス・カフェ報告

「宇宙船の通り道—軌道計画『基本のキ』—」

■第35回 森本 睦子



2019年8月3日(土)15:00~16:30, 森本睦子(所員, 法学部物理学教室 助教)を講師として, 第35回サイエンス・カフェが開催された。

映画にもなった「はやぶさ」の奇跡的な帰還を覚えている方も多いだろう。今回のサイエンス・カフェの講師は, その映画の登場人物のモデルにもなった森本睦子助教であった。宇宙機を目標へ向かって飛ばすためには, どのようなことを考えればよいのか, その基本を教えていただいた。

まず, 宇宙空間では, どうやって座標を定義しているのだろうか。太陽系では太陽を中心に春分点方向をx軸にとり, 黄道面をxy平面とする日心—黄道面座標系を使っている。また, 地球付近では, 地球を中心に赤道面をxy平面とする地心—赤道面座標系を使うとのことだ。それでは, 時刻はどうしているのかということ, 紀元前4713年1月1日12時UTから起算した通年日(ユリウス歴)を用いている。2019年8月3日15時は何と2458698.75000日になるとのこと。

さて, 天体の軌道は離心率 e を使って, 円($e=0$), 楕円($0 < e < 1$), 放物線($e=1$), 双曲線($e > 1$)に分類される。これを先ほどの座標系に落とし込むと, 6つの変数で天体の軌道が表現できる。単純にxyz座標での位置(3変数)と速度(3変数)の6つに対応していると思えばよい。宇宙機の軌道は, 単純な2体問題を解いたケプラー軌道で計算されるとのことである。他の天体の力もかかるが, 制御エンジンで調整するために, 2体問題として解くだけで十分な精度になるのだという。

ここで, 地球の大きさがどれくらいかを考えてみよう。国際宇宙ステーションは高度約400kmを飛行している。これは地球の半径6378kmに比べて十分に小さく, 地球の大きさを意識しているといえよう。一方, 月は地球から38万5千kmも離れている。このため, 地球の大きさは意識せず, 重力のみを意識すればよいことになる。最後に, 太陽は地球に比べて半径100倍, 質量33万倍にもなる。このため, 地球の大きさどころか重力すらも意識せずによいことになる。

最後に, 最も簡単な軌道設計の考え方(接続円錐曲線法)が紹介された。円軌道(閉曲線)になる第一宇宙速度と, 放物線軌道(開曲線)になる第二宇宙速度, その間の速度差(Δv)

をエンジンで加速・減速して得られれば, 円軌道から出たり, 円軌道に入ったりすることができる。その具体例として, ボイジャー1, 2号や火星探査機のごみが, スイングバイしながら, 目標へと向かっていく軌道が紹介された。

視覚的なスライドが入念に準備され, リラックスした雰囲気の中で自由に質問がなされ, 終了時間が超過してしまうくらいであった。非常に充実したサイエンス・カフェであったと思う。参加者数は40名であった。(杉本 憲彦)

イベントのお知らせ

第16回 サイエンス・メルティング・ポット

日時: 2020年1月31日(金)13:00~14:30

場所: 日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室

講師: 有川 智己(所員, 経済学部生物学教室 准教授)
岡本 昌樹(所員, 文学部化学教室 教授)

対象: 教職員

参加費: 無料(申し込み不要)

第47回 講演会

「量子アニーリングと未来の情報科学」

日時: 2020年2月6日(木)16:30~18:00

場所: 日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室

講師: 大関 真之氏

(東北大学大学院 情報科学研究科応用情報科学専攻 応用情報技術論講座 物理フラクチュオマティクス論 分野 准教授, 東京工業大学 科学技術創成研究院 准教授, 株式会社シグマアイ代表取締役)

対象: 教職員・学生・一般

参加費: 無料(申し込み不要)

第9回 インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム

「インターネット望遠鏡を利用した天文学教育の可能性」

日時: 2020年3月7日(土)13:00~16:55

場所: 日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室

対象: 教職員・学生・一般

参加費: 無料(申し込み不要; 慶應義塾大学関係者および一般の方の参加を歓迎します。)

Newsletter Jan. 2020 No. 18

慶應義塾大学自然科学研究教育センター

RESEARCH AND EDUCATION CENTER
FOR NATURAL SCIENCES

発行日 ● 2020年1月15日 代表者 ● 井奥 洪二

〒223-8521 横浜市港北区日吉4-1-1

TEL: 045-566-1111 (直通)

E-mail: office@sci.keio.ac.jp

URL: http://www.sci.keio.ac.jp